

I - B 138

常時微動を用いた最大水平速度増幅特性評価手法の
釧路市域強震記録を用いた検証大阪ガス(株) 正会員 小川安雄 正会員 清水謙司
(株)大林組技術研究所 正会員 〇前島大吾 正会員 江尻譲嗣

1. 研究目的

地震動は表層地盤特性の影響を強く受けることから、面的な地震動強度や被害の分布を推定する場合には、表層地盤増幅特性のマイクロゾーニングが重要となる。我々は、サイト毎の表層地盤増幅特性を考慮した地表面最大水平速度(以下PGVs)の簡便な評価手法を提案している¹⁾。概要を図1の評価フローに従って述べると、①震源断層を想定し、改良したJoyner&Booreの距離減衰式(以下改良JB式)により工学的解放基盤の最大水平速度(以下PGVb)を推定②PGVsとPGVbの比を最大水平速度増幅特性(以下Vamp)と定義③リファレンスサイトのVamp_{ref}は、地震観測記録や地盤情報を用いて設定④リファレンスサイト以外を任意のサイトと呼び、リファレンスサイトおよび任意のサイトにおいて常時微動観測を行い微動H/Vを求める⑤微動H/Vの0.1~5.0秒までの積分値をVi値と定義⑥リファレンスサイトに対する任意のサイトのVi値比を求める⑦Vi値比とVamp比が等しくなると仮定すれば、任意のサイトにおけるVamp_xが求まる⑧PGV_bは任意のサイトでも改良JB式から求まるので、Vamp_xを乗じて任意のサイトにおけるPGVsを評価 といものである。本手法で重要なのは、「サイト間のVi値比とVamp比が等しくなる」という仮定であり、京阪神地区における兵庫県南部地震(1995)の観測記録を用いた検証²⁾や京都盆地における推定地盤モデルの重複反射解析を用いた検証³⁾から確認している。本論文では、更に手法の汎用性の検証を「表層地質が地震動に及ぼす影響に関する研究」委員会(以下ESG)による釧路市域での高密度強震動観測記録⁴⁾を用いて行った。

2. 検証手法

ESGの強震動観測点23サイトおよび釧路地方気象台、釧路港において、常時微動観測を実施し、その結果から得られるVi値と強震動記録等から得られるVampのサイト間比を比較した。その際Vi値とVampは、以下の様に評価した。①微動H/VとVi値：本研究の前提条件として、「微動H/VがS波伝達関数に近似する」事がある。²⁾また微動H/Vがどの層を基盤とした時の増幅特性を反映しているかを調べる必要がある。そこで地盤モデルが推定されているサイトJSI⁵⁾において、

微動H/Vとレイリー波理論H/V(基本モード)およびS波理論伝達関数の比較を図2に示し、前提条件を確認した。表1はJSIの推定地盤モデルである。微動H/Vのスペクトル形状は、基盤を根室層群($V_s=1.8\text{km/s}$)とした時のレイリー波理論H/Vで説明できる。一方レイリー波理論H/V(基本モード)とS波理論伝達関数は良い対応を示し、結果として微動H/Vは根室層群からのS波理論伝達関数を近似している。同様の検討を推定地盤モデルが得られている低地5サイトと台地2サイト⁵⁾で実施したところ、JSIと同様な結果になり、釧路市域の微動H/Vは根室層群からの増幅特性の近似として統一的に評価できる。以上からVi値は、根室層群からの増幅特性の指標とする。②Vamp：図3に示す様に、改良JB式による手法(手法1)と重

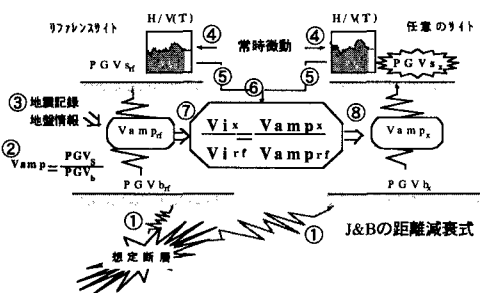


図1 最大水平速度簡易評価フロー

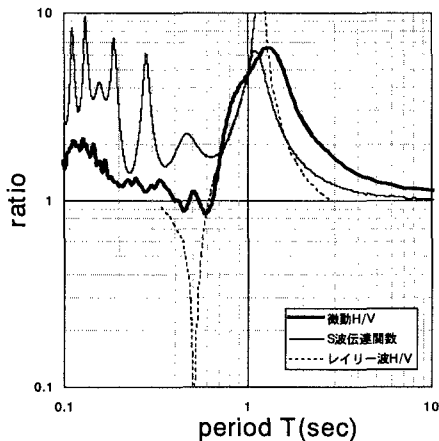


図2 微動H/Vとレイリー波理論H/VおよびS波理論伝達関数との比較

表1 JSI推定地盤モデル

	H(m)	Vs(m/s)	Vp(m/s)	$\rho(t/m^3)$	h
沖積層	2.5	100	500	1.6	0.01
	1.5	150	765	1.7	0.01
	26.0	300	1000	1.8	0.01
	30.0	250	1275	1.7	0.01
沖積層群	80.0	660	1665	2.0	0.01
根室層群等	∞	1800	4400	2.1	0.01

keyword: 表層地盤増幅特性 最大水平速度 微動H/V Vi値 釧路市域強震動観測

連絡先 〒204 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 tel 0424-95-0957

複反射解析による手法(手法2)により Vamp を求めた。手法1では釧路沖地震(1993)および北海道東方沖地震(1994)で観測された加速度波形を速度波形に変換し、PGVs を求めた。図4は北海道東方沖地震の PGVs の分布を示したものである。PGVb を推定する改良JB式は $V_s=0.5 \sim 1.0\text{km/s}$ 程度を工学的解放基盤と想定している。手法2では表1の様に地盤モデルが推定されているサイト^{5a)}において、北海道東方沖地震の観測波形を地表面入射し、1次元重複反射解析によって、基盤での PGVb を推定した。その際、基盤で得られた解析波はサイト特性がおおよそ取り除かれている事を確認している。

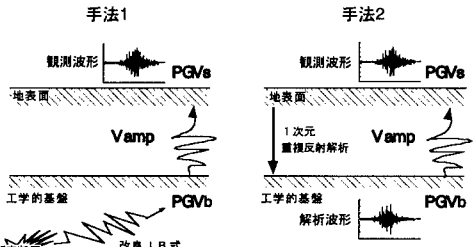


図3 Vamp 評価手法概念図

3. 検証結果

北海道東方沖地震は、市域東部の台地での大きな加速度記録が注目されたが、図4からも分かるように、速度にしてみると低地の方が揺れ易く、従って Vamp も低地の方が大きくなる。一方、微動から得られる Vi 値の分布図は紙面の都合で割愛するが、図4と同様の傾向を示した。図5は、Vi 値と Vamp の関係を比較したものである。縦軸・横軸とも、各々の平均値で除する事によって正規化した。正規化する事

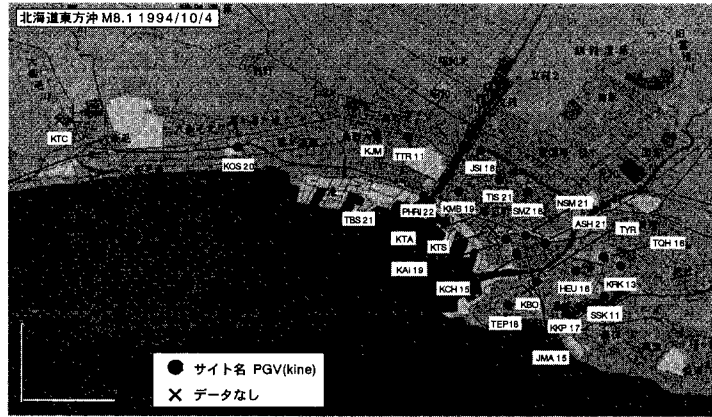


図4 北海道東方沖(1994)PGVs 分布図

は、平均的な揺れ易さのサイトをリファレンスサイトとした Vi 値比および Vamp 比を求める事と同義である。既報の検証^{2a)}と同様、1対1の直線に対し、 $\pm 1\sigma$ のバラツキが2割程度におさまリ、Vi 値比と Vamp 比は、良い対応を示す事が分かる。

4. 考察

北海道東方沖地震を対象にした検証では、上記の通り Vi 値比と Vamp 比は良い対応を示したが、マグニチュード 6.5 以下の中小地震を対象にした時には、相関が見られなかった。各地震波を基盤に戻してスペクトルを見てみると、北海道東方沖地震のみが、やや長周期までパワーを持ち、中小地震は短周期が卓越していた。Vi 値の積分周期帯は1.0~5.0秒とやや長周期まで考慮している為、北海道東方沖地震の様なマグニチュードの大きくやや長周期までパワーを持つ地震では良い対応を示すが、中小地震では適用外になるものと思われる。

5. まとめ

釧路市域における微動観測から、揺れ易さの指標 Vi 値をもとめ、強震記録や地盤情報から得られた Vamp とサイト間比を比較検討した。サイト間比の Vi 値比と強震時の Vamp 比は、ほぼ等しくなる事を検証した。

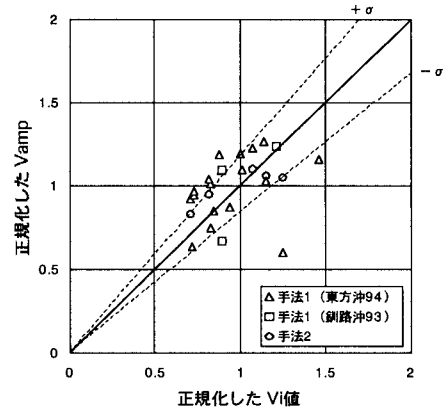


図5 正規化した Vi 値と Vamp の関係

参考文献 1) 小川, 清水, 土岐, 江尻, 前島: 常時微動観測結果を用いた最大速度増幅特性の検討(京都市域の場合), 第2回都市直下地震災害総合シンポジウム論文, b-22, pp.243-246, 1997 2) 小川, 清水, 江尻, 前島: 常時微動観測結果から評価した地盤増幅特性の検証, 第10回日本地震工学シンポジウム, Vol1, c4-19, pp.959, 964, 1998 3) 小川, 清水, 江尻, 前島: 常時微動を用いた最大速度増幅特性評価手法の重複反射解析による検討, 第3回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, a-25, pp.139-145, 1998 4) ESG 研究委員会: 釧路市における共同強震動観測 1994 北海道東方沖地震, (財)震災予防協議会, 1995 5) 若松: 釧路地域における微動 H/V の解釈と地震動特性 ESG 共同観測記録を題材として, 建築学会大会学術講演梗概集, 1997 6) 時松, 新井他: 微動のアレイ観測から推定した釧路気象台と釧路港湾の地盤特性と地震動特性, 第9回日本地震工学シンポジウム, pp.163-168, 1994